

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI MOTOR *PRIMARY AIR FAN*
DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh :

SITI SHOLIHATUL IMAH

D400160083

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI MOTOR *PRIMARY AIR FAN*
DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

SITI SHOLIHATUL IMAH
D400160083

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Agus Supardi, S.T., M.T.
NIK : 883

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI SISTEM PROTEKSI MOTOR *PRIMARY AIR FAN* DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3

OLEH
SITI SHOLIHATUL IMAH
D400160083

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 27 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Agus Supardi, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Aris Budiman, S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 April 2021

Penulis



SITI SHOLIHATUL IMAH

D 400 160 083

EVALUASI SISTEM PROTEKSI MOTOR *PRIMARY AIR FAN* DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3

Abstrak

Primary air fan merupakan peralatan keandalan produksi tenaga listrik yang berada di PLTU Tanjung Jati. Fungsinya membantu mempercepat proses pembakaran batubara dengan oksigen (udara primer) agar proses pembakaran menjadi efisien. Peralatan kelistrikan seperti motor pada pembangkit biasa terjadi gangguan dan sangat rentan terhadap adanya gangguan arus lebih. *Over Current Relay* (OCR) merupakan rele pengaman motor dari gangguan arus lebih dengan cara menghentikan aliran arus lebih ke beban oleh PMT (pemutus tenaga). Penelitian ini bertujuan memberikan evaluasi sistem proteksi yang error agar lebih sensitif, cepat, dan selektif ketika ada gangguan. Penelitian ini dikerjakan dengan mencari data PT.PLN Tanjung Jati, mempelajari referensi jurnal baik nasional maupun internasional, menghitung dan mensimulasikan data terkait penelitian. Parameter yang digunakan penelitian ini meliputi tegangan kerja 10 kV, kapasitas motor 2110 kW, faktor daya sebesar 88%, arus nominal 138.43 A, dan karakteristik kurva *longtime inverse*. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan *setting* waktu operasi *over current relay* yang dipakai terlalu tinggi terhadap arus hubung singkat 3 fasa sehingga merusak kabel motor itu sendiri. Penyelesaian yang dilakukan adalah *mensetting* ulang waktu operasi rele OCR motor *primary air fan* dengan mengubah nilai TMS sebesar 0.7 step dan t_{op} sebesar 0.8 detik menjadi TMS sebesar 0.6 step dan t_{op} sebesar 0.7 detik disertai arus *pick up* sebesar 1.81 step atau 145 A sekitar 10% dari arus kerjanya 148 A.

Kata Kunci : motor *primary air fan*, hubung singkat, rele arus lebih, ETAP 12.6.0

Abstract

The primary air fan is a reliable equipment for electricity production at PLTU Tanjung Jati. Its function is to help speed up the process of burning coal with oxygen (primary air) so that the combustion process is efficient. Electrical equipment such as motors in generators is common and is very susceptible to overcurrent disturbances. Over Current Relay (OCR) is a motor safety relay from overcurrent disturbances by stopping the flow of overcurrent to the load by PMT (circuit breaker). This study aims to provide an evaluation of the error protection system to make it more sensitive, fast, and selective when there is a disturbance. This research was carried out by looking for data from PT PLN Tanjung Jati, studying journal references both national and international, calculating and simulating research-related data. The parameters used in this study include 10 kV working voltage, 2110 kW motor capacity, 88% power factor, 138.43 A nominal current, and inverse longtime curve characteristics. The final results of this study indicate that the over current relay operating time setting that is used is too high for the 3-phase short circuit current so that it damages the motor cable itself. The solution is to reset the operation time of the primary air fan motor OCR relay by changing the TMS value of 0.7 steps and top by 0.8 seconds to TMS of 0.6 steps and top of 0.7 seconds accompanied by a pick-up current of 1.81 steps or 145 A, about 10% of the the working current is 148 A.

Keywords: primary air fan motor, short circuit, overcurrent relay, ETAP 12.6.0

1. PENDAHULUAN

Primary air fan termasuk dalam peralatan keandalan produksi tenaga listrik PLTU Tanjung Jati dengan kapasitas unit masing-masing sebesar 710 MW (660 MW Nett). *Primary Air Fan* berfungsi mempercepat proses pembakaran batubara dengan oksigen (udara primer) didalam *furnace* agar proses pembakaran menjadi lebih efisien sehingga kestabilan *plant* tetap terjaga. *Primary air fan* berputar dengan bantuan motor induksi 3 fasa sebagai penggerak putaran *fan*.

Berdasarkan ANSI/IEEE std. 100-1992 gangguan identik dengan hubung singkat, gangguan diartikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan karena adanya kegagalan kerja dari suatu perangkat, komponen, atau elemen. Gangguan hubung singkat terdiri dari gangguan simetris dan tidak simetris. Gangguan hubung singkat 3 fasa termasuk gangguan simetris, sementara gangguan tidak simetris meliputi gangguan ganda, gangguan tunggal satu fasa ke tanah, dan gangguan ganda ke tanah (Turan Gonen, 1986). Besar kecilnya aliran arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh letak terjadinya gangguan, semakin dekat arus gangguan dengan sumber, maka semakin besar arus gangguan begitu sebaliknya (Amira, 2014). Analisis gangguan merupakan cara yang tepat untuk menentukan rating arus hubung singkat agar diperoleh proteksi yang tepat guna melindungi perangkat dan peralatan sistem distribusi pembangkit (Mathur, 2015).

Insiden yang terjadi pada motor induksi *primary air fan* PLTU adalah akibat dari gagal isolasi. Gagal isolasi disebabkan karena kabel yang tua dan sudah terkelupas sehingga bisa dikatakan sebagai pengkabelan yang buruk. Hal tersebut dapat berakibat fatal karena menyebabkan arus listrik bocor.

Menurut (Saha, 2013) kesalahan tidak simetri sering terjadi pada jaringan sehingga menyebabkan gangguan signifikan pasokan sistem jika tidak terdeteksi dan terisolasi di dekat *real time* nya. *Real time* tersebut mendeteksi kesalahan yang dilakukan sistem proteksi untuk mengisolasi garis rusak sebelum masalah stabilitas utama timbul. Jika mengenai manusia dapat merusak fungsi tubuh seperti penapasan dan detak jantung. Agar terhindar dari resiko permasalahan tersebut sebelum terjadinya gangguan perlu dilakukan *maintenance* secara rutin serta menggunakan sistem pengamanan menyeluruh terhadap arus bocor seperti penambahan rele di setiap penyulang (Sofa, 2017). Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis terhadap *settingan* dan koordinasi rele khususnya rele pengaman arus lebih (Nursalim, 2019). Sebelum menentukan *setting* waktu operasi rele yang terpasang sangat perlu untuk mengetahui karakteristik dari rele tersebut agar

didapat nilai *setting* waktu operasi rele yang diinginkan sebagai rekomendasi *setting* yang baik untuk melindungi peralatan produksi tenaga listrik dari gangguan (Fadhi, 2020).

Uraian diatas dapat digunakan penulis sebagai bahan pengetahuan melakukan *setting* rele arus lebih dan berharap hasil akhir penelitian ini memperoleh sistem proteksi yang sensitfi, koordinatif, dan selektif melindungi motor *primary air fan* sehingga mencegah kerusakan fatal baik peralatan maupun manusianya.

1.1 Motor Induksi 3 Fasa *Primary Air Fan*

Data motor induksi 3 fasa *primary air fan* :

Merk	: Toshiba
Kecepatan	: 1485 rpm
Daya	: 2110 kW
Arus	: 145 A
Tegangan	: 10000 V
Frekuensi	: 50 Hz
Kelas isolasi	: F/B
Faktor daya	: 0.88
Phasa	: 3

1.2 Arus Nominal (In)

Arus nominal (In) digunakan untuk menentukan nilai setting arus (Is). Menghitung arus beban penuh bergantung pada besaran nilai beban yang terpasang (Theraja, 1983). Berikut persamaan menentukan arus nominal:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{pf}} \quad (1)$$

1.3 Menentukan Impedansi Sumber, Trafo, dan Saluran Penghantar

1.3.1 Menentukan Impedansi Sumber

Impedansi sumber dapat ditentukan dan dihitung dengan persamaan dibawah ini:

Impedansi sisi primer

$$Z_{S1} = \frac{kV^2}{MVA_{sc}} \quad (2)$$

Impedansi sisi sekunder

$$Z_{S2} = \frac{kV_2^2}{kV_1^2} \times Z_{S1} \quad (3)$$

dengan :

Z_{S1} = Impedansi sumber lama/ sisi primer (Ω)

Z_{S2} = Impedansi sumber baru/ sisi sekunder (Ω)

kV = Tegangan dasar (V)

kV_1^2 = Tegangan dekat sumber/ sisi primer (V)

kV_2^2 = Tegangan dekat trafo/ sisi sekunder (V)

MVA_{sc} = MVA hubung singkat 3 fasa (MVA)

1.3.2 Menentukan Impedansi Trafo

Menghitung nilai impedansi trafo menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Z_{1T} = Z_{2T} = j \frac{kV^2}{MVA \text{ trafo}} \times X (\%) \text{ Trafo} \quad (4)$$

dengan :

Z_{1T} = Impedansi urutan positif trafo (Ω)

Z_{2T} = Impedansi urutan negatif trafo (Ω)

1.3.3 Menentukan Impedansi Saluran Penghantar

Efek pembangunan sistem tenaga membuat sistem kelistrikan memiliki garis kopling parsial dibawah level tegangan yang berbeda. Ketika pada garis kopling parsial tersebut terkena gangguan, impedansi urutan nol membawa kesulitan dalam menghitung arus hubung singkat, maka untuk mengatasi hal tersebut komponen diubah menjadi komponen urutan positif, urutan negatif, dan urutan nol (C. Fan, 2015). Impedansi saluran penghantar dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_{1L} = Z_{2L} &= Z \text{ saluran per km} \times \text{panjang saluran} \\ &= (R_1 + jX_1) \times \text{panjang saluran} \end{aligned} \quad (5)$$

Jika nilai impedansi sumber, impedansi trafo dan impedansi saluran sudah ditentukan, kemudian menjumlahkan nilai impedansi tersebut untuk mendapatkan nilai impedansi ekivalen urutan.

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_{1L} + Z_{S2} + Z_T \quad (6)$$

Sedangkan urutan ekivalen nol dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Z_{0eq} = Z_{0L} + Z_{S2} + Z_T \quad (7)$$

1.3.4 Sistem Per Unit

Sistem per unit mempermudah perhitungan pada setiap harga yang sesungguhnya dari besaran yang dihitung menjadi harga dasar (harga *base*) yang dipilih.

$$\text{Sistem per unit (pu)} = \frac{\text{harga sesungguhnya}}{\text{harga dasar (base)}} \quad (8)$$

$$I_{base} = \frac{kVA \text{ base}}{\sqrt{3} \times kV \text{ base}} \quad (9)$$

$$Z_{base} = \frac{kVA \text{ base} \div \sqrt{3}}{I \text{ base}} \quad (10)$$

1.3.5 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Besar arus gangguan hubung singkat 3 fasa dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$I_{3fasa} \text{ (Pu)} = \frac{Ea}{Z_{1eq}} = \frac{Ea}{(\sqrt{Rpu^2 + Xpu^2})} \quad (11)$$

$$I_{3fasa} \text{ (A)} = I_{3fasa} \text{ (pu)} \times I_{base} \quad (12)$$

1.4 Rele Arus Lebih (*Overcurrent Relay*)

Menurut (Theraja, 1983) standar IEC *range* penyetelan I_{set} adalah 1.05-1.3 kali arus nominal. Mengacu pada standart tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{setprimer} = 1.1 \times I_{nominal} \quad (13)$$

$$I_{setsekunder} = I_{setprimer} \times \text{Rasio CT} \quad (14)$$

dengan :

$$I_{setsekunder} = \text{arus minimum yang dianggap OCR sebagai arus gangguan (A)}$$

1.5 Waktu Kerja Rele Arus Lebih

Menurut data *Manual Book Recommended Relay Setting For MV Switch Board Protection Relays* karakteristik kurva motor *primary air fan* adalah karakteristik *longtime inverse* (LI). Berdasarkan standar IEC 60255 persamaan untuk menentukan *setting* rele :

- *Longtime Inverse*

$$t = \frac{120}{\left\{ \left(\frac{I_{hs}}{I_{set \text{ sekunder}}} \right)^2 - 1 \right\}} \times TMS \quad (15)$$

2. METODE

Berikut metode pelaksanaan penelitian yang dilakukan penulis :

1) Studi literatur

Penulis mempelajari beberapa referensi tugas akhir/skripsi, buku, artikel maupun jurnal ilmiah nasional/internasional yang terkait dengan tema penelitian.

2) Pengambilan Data

Dilakukan dengan mengumpulkan data saat Praktik Kerja Nyata (PKN) selama 1 bulan di PLTU Tanjung Jati B Jepara. Data yang diperoleh meliputi *single line diagram* PLTU dan *Manual Book Recommended Relay Setting For MV Switch Board Protection Relays* untuk rekomendasi *setting* rele motor *primary air fan*.

3) Pemodelan dan Simulasi Data

Membuat *single line diagram* jaringan kelistrikan 10 kV *unit A* menggunakan *software* ETAP 12.6.0. Melakukan *load flow analysis* dan *short circuit analysis* untuk mengetahui karakteristik aliran daya yang mengalir dari sistem pembangkit sampai ke beban dan melihat besar nilai beban yang diberi gangguan.

4) Perhitungan Data

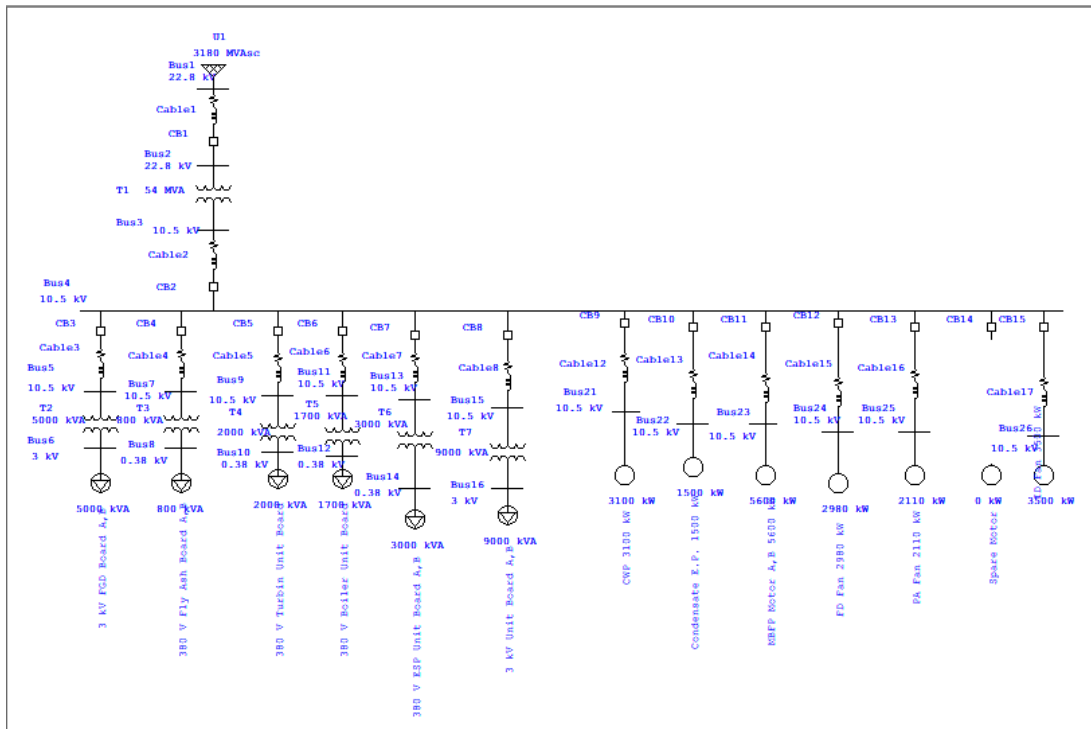
Perhitungan *load flow* dan *short circuit* digunakan untuk menentukan nilai *setting* rele arus lebih. Rele arus lebih *primary air fan* merupakan tipe *inverse time delay* yaitu rele yang bekerja berbanding terbalik dengan besar arus gangguan yang melewati kumparan rele. Semakin besar arus *pick up* maka semakin singkat waktu tunda atau sebaliknya.

5) Pengujian dan Analisis Data

Tujuan pengujian *load flow*, *short circuit*, arus *setting* sisi sekunder dan waktu operasi rele (t_{op}) untuk dilihat kurva kerja rele proteksinya. Apabila terlihat adanya ketidaksesuaian kerja rele terhadap gangguan maka perlu proses *setting* ulang waktu operasi rele agar motor *primary air fan* aman dari gangguan. Pengujian dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil simulasi kemudian ditarik kesimpulan.

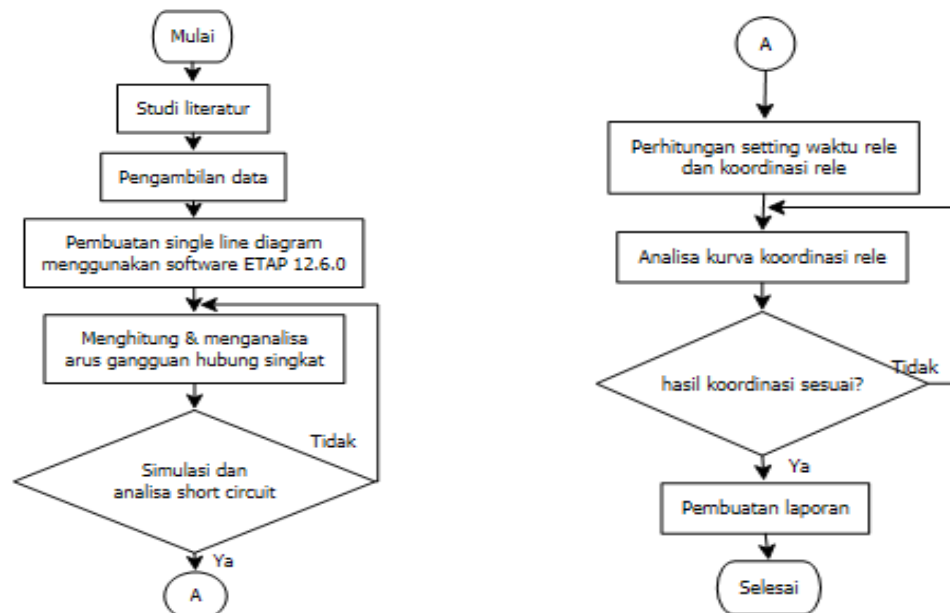
2.1 Gambaran Sistem Tenaga Listrik

Gambaran sistem kelistrikan 10 kV PLTU Tanjung Jati dipresentasikan dengan *single line diagram* pada gambar 1:



Gambar 1. *Single line diagram* kelistrikan motor *primary air fan* PLTU Tanjung Jati

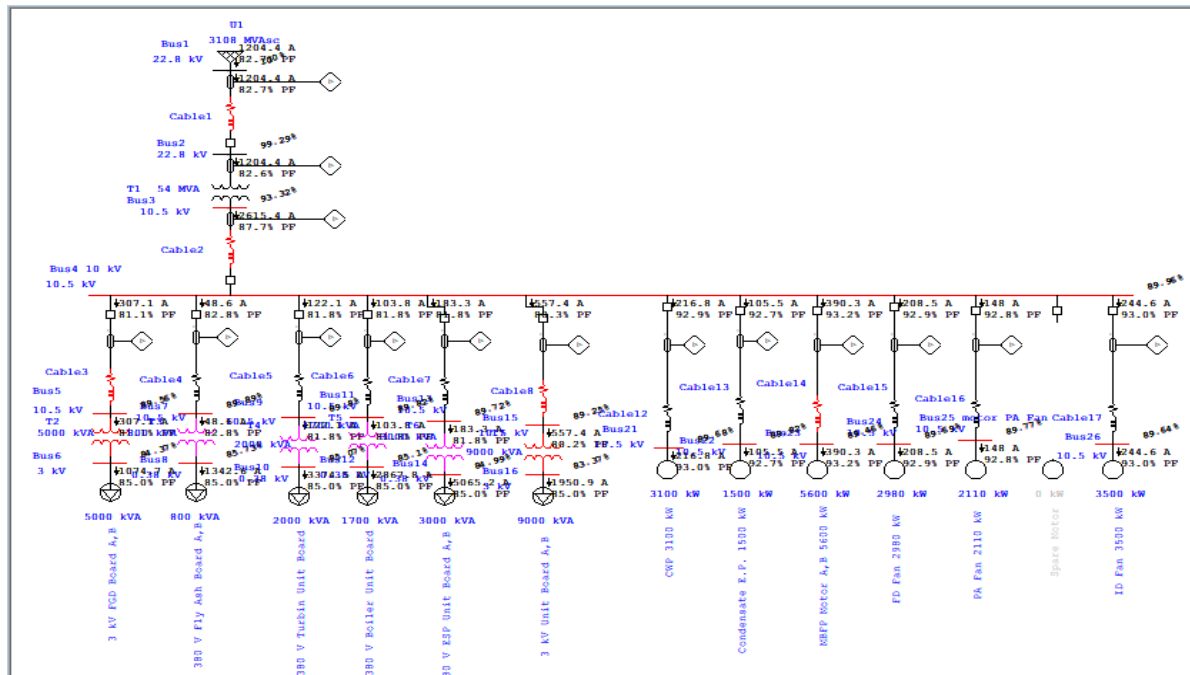
2.2 Flowchart Penelitian



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Aliran Daya (*Load Flow Analysis*)



Gambar 3. Simulasi *Load Flow Analysis* menggunakan *Software* ETAP 12.6.0

Load flow analysis gunanya untuk mendapatkan nilai arus yang mengalir saat beban beroperasi penuh dan untuk inspeksi apabila ada kesalahan pemasangan jaringan pada rangkaian *single line diagram*.

3.2 Perhitungan Manual Arus Nominal

Nilai arus nominal dari beban motor *primary air fan* dengan persamaan (1)

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{pf}} = \frac{2110 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV} \times 0.88} = 138.43 \text{ A}$$

3.3 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Data nilai tahanan dan nilai reaktansi untuk menentukan nilai arus hubung singkat 3 fasa.

Tabel 1. Data Tahanan (R) dan Reaktansi (X_L) Pada Penghantar N₂XS_Y

<i>Section Area</i> (mm ²)	Tahanan (R) Max. (Ω/km)	Reaktansi (X_L) Max. (Ω/km)
95	0.193	0.247
120	0.153	0.196
150	0.124	0.159
180	0.153	0.108
185	0.0991	0.128
240	0.0754	0.098
300	0.0601	0.079

Tabel 2. Panjang Kawat Penghantar N₂XS_Y

Penghantar	Panjang Penghantar
N ₂ XS _Y	0.339 km

3.3.1 Menghitung Impedansi Saluran Penghantar

Menghitung impedansi penyulang bus motor *primary air fan* dengan persamaan (5)

$$\begin{aligned}
 Z_{1L} = Z_{2L} &= Z \text{ saluran per km} \times \text{panjang saluran} \\
 &= (R_1 + jX_1) \times \text{panjang saluran} \\
 &= (0.153 + j 0.108) \times 0.339 \text{ km} \\
 &= 0.051867 + j 0.036612 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{0L} &= Z \text{ saluran per km} \times \text{panjang saluran} \\
 &= (R_1 + jX_1) \times \text{panjang saluran} \\
 &= (0.3116 + j 0.31496) \times 0.339 \text{ km} \\
 &= 0.1056324 + j 0.10677144 \Omega
 \end{aligned}$$

3.3.2 Impedansi Sumber dalam Satuan Per Unit (pu)

Impedansi sumber dalam satuan Per Unit (PU) sisi 10 kV memiliki kapasitas trafo sebesar 54 MVA dengan tegangan 22.8 kV/10.5 kV, %Z = 12.5%, maka :

Sisi primer 22.8 kV dengan persamaan (2)

$$Z_{S1} = \frac{kV^2}{MVA} = \frac{22.8^2}{3108} = 0.1672 \Omega$$

Sisi sekuder 10.5 kV dengan persamaan (3)

$$Z_{S2} = \frac{kV^2}{MVA} \times Z_{S1} = \frac{10.5^2}{22.8^2} \times 0.1672 \Omega = j 0.0354 \Omega$$

Menghitung impedansi trafo dengan persamaan (4)

$$\begin{aligned} Z_T &= j \frac{kV^2}{MVA \text{ trafo}} \times X (\%) \text{ trafo} \\ &= \frac{10.5^2}{54} \times \frac{12.5}{100} \\ &= j 0.2552 \Omega \end{aligned}$$

Menghitung I_{base} dan Z_{base} dengan persamaan (9) dan persamaan (10)

$$\begin{aligned} I_{base} &= \frac{kVA \text{ base}}{\sqrt{3} \times kV \text{ base}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 5.498 \text{ A} \\ Z_{base} &= \frac{kVA \text{ base} \div \sqrt{3}}{I \text{ base}} = \frac{10.5 \div \sqrt{3}}{5.498} = 1.1026 \Omega \end{aligned}$$

Didapat hasil nilai R dan X dalam satuan PU untuk saluran *motor primary air fan* :

$$\begin{aligned} Z_{1L} = Z_{2L} &= 0.051867 + j 0.036612 \Omega \\ Z_{0L} &= 0.1056324 + j 0.10677144 \Omega \end{aligned}$$

Urutan ekivalen positif dan negatif dengan persamaan (6)

$$\begin{aligned} Z_{1eq} = Z_{2eq} &= Z_{1L} + Z_{S2} + Z_T \\ &= 0.051867 + j 0.036612 + j 0.0354 + j 0.2552 \\ &= 0.051867 + j 0.327212 \end{aligned}$$

$$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}} = \frac{0.051867}{1.1026} = 0.047 \text{ pu}$$

$$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}} = \frac{0.327212}{1.1026} = 0.296 \text{ pu}$$

Urutan ekivalen nol dengan persamaan (7)

$$\begin{aligned} Z_{0eq} &= Z_{0L} + Z_{S2} + Z_T \\ &= 0.1056324 + j 0.10677144 + j 0.0354 + j 0.2552 \\ &= 0.1056324 + j 0.39737144 \Omega \end{aligned}$$

$$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}} = \frac{0.1056324}{1.1026} = 0.0958 \text{ pu}$$

$$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}} = \frac{0.39737144}{1.1026} = 0.3603 \text{ pu}$$

3.3.3 Menghitung Nilai Hubung Singkat 3 Fasa

Menghitung nilai hubung singkat 3 fasa dengan persamaan (11) dan persamaan (12)

$$\begin{aligned} I_{3\text{fasa}} (\text{Pu}) &= \frac{V_{ps}}{Z_{1eq}} = \frac{E_a}{(\sqrt{R_{pu}^2 + X_{pu}^2})} = \frac{1}{\sqrt{(0.047^2 + 0.296^2)}} = 3.3365 \text{ pu} \\ I_{3\text{fasa}} (\text{A}) &= I_{3\text{fasa}} (\text{pu}) \times I_{\text{base}} \\ &= 3.3365 \times 5.498 \text{ A} \\ &= 18.344 \text{ kA} \end{aligned}$$

3.4 Perhitungan Setting Rele Arus Lebih

Rele : *Over Current Relay*
Karakteristik Kurva : *Longtime Invers*
TMS : 0.7
Rasio CT : 400/5

Menghitung nilai *setting* rele arus lebih menggunakan persamaan (13) dan persamaan (14)

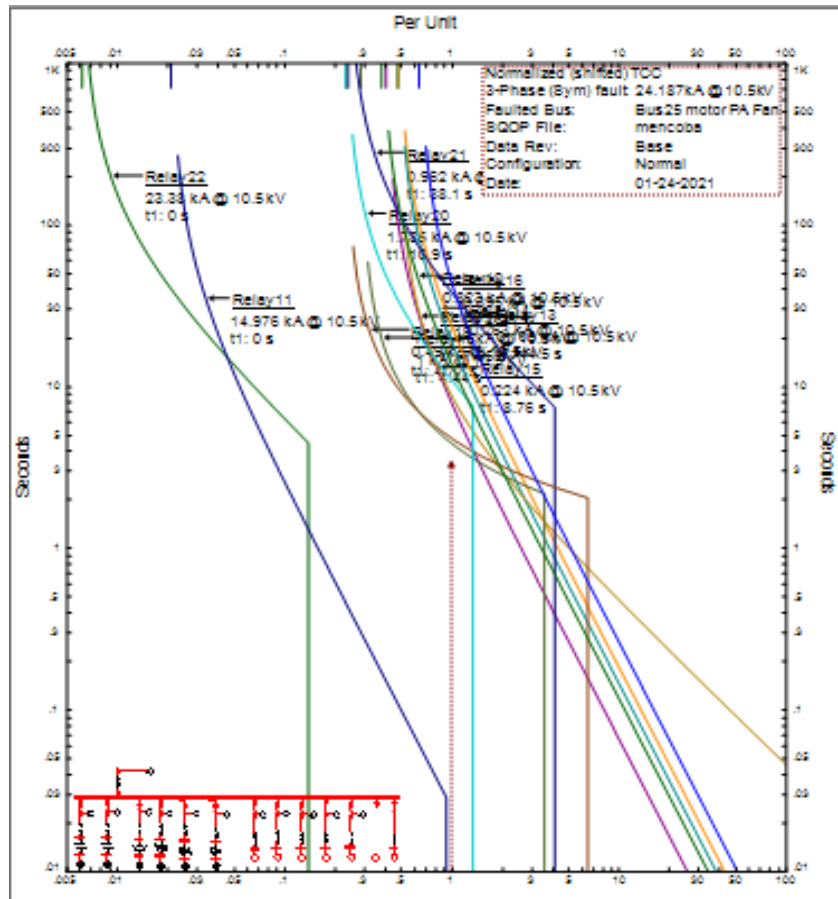
$$\begin{aligned} I_{\text{primer}} &= 1.05 \times 138.43 \text{ A} \\ &= 145 \text{ A} \\ I_{\text{sekunder}} &= 145 \times \frac{5}{400} \\ &= 1.81 \text{ A} \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan TMS (*Time Multiple Setting*)

Menentukan TMS menggunakan persamaan (15)

$$\begin{aligned} t_{\text{top}} &= \frac{120}{\left\{ \left(\frac{I_{hs}}{I_{\text{set sekunder}}} \right)^2 - 1 \right\}} \times \text{TMS} \\ &= \frac{120}{\left\{ \left(\frac{18.344}{1.81} \right)^2 - 1 \right\}} \times 0.7 = 0.8 \text{ s} \end{aligned}$$

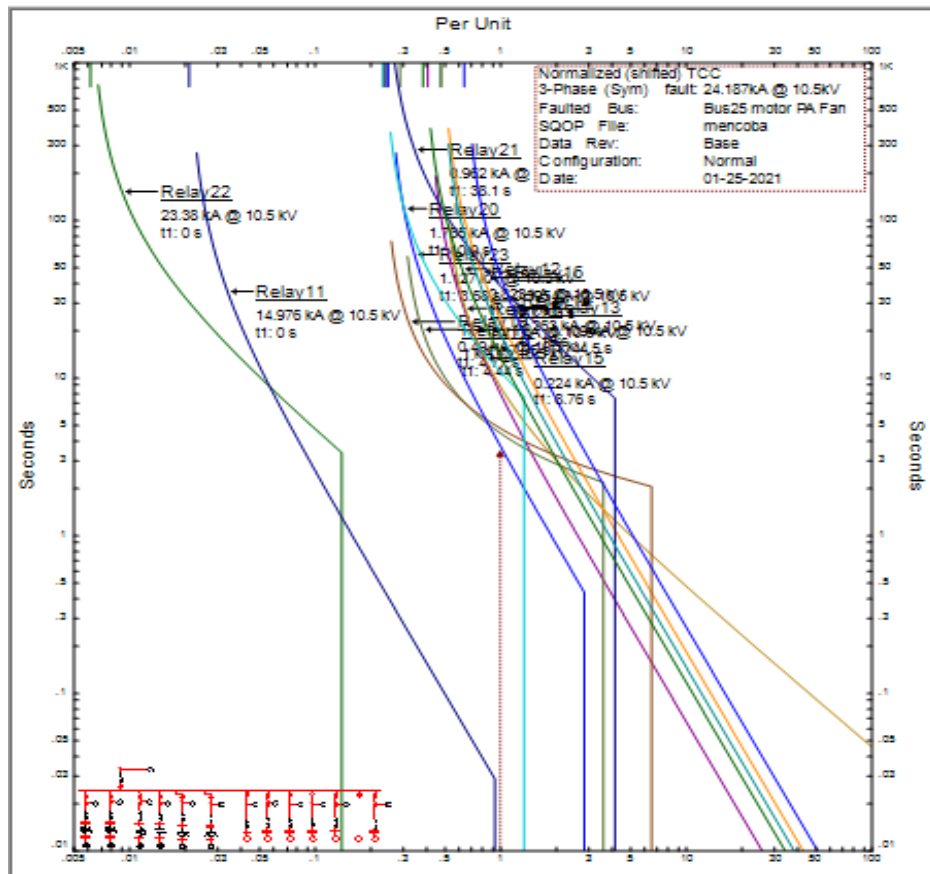
3.6 Analisa Kerja serta Kurva Hasil Simulasi Rele Arus Lebih Motor *Primary Air Fan*



Gambar 4. Kurva OCR Beban Motor *Primary Air Fan*

Didapat hasil koordinasi kerja rele arus lebih belum maksimal dalam mengatasi gangguan arus hubung singkat, rele yang terdekat dengan sumber gangguan tidak bekerja terlebih dahulu melainkan rele cadangannya. Gambar 4 menunjukkan kurva kerja rele tidak berurutan, terlihat kurva rele 11 bekerja lebih dulu dari pada kurva rele 22. Kemudian dilakukan *setting* ulang waktu operasi rele (t_{op}) beban motor *primary air fan* dengan menurunkan nilai TMS nya menjadi 0.6.

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{120}{\left\{ \left(\frac{I_{hs}}{I_{set \text{ sekunder}}} \right)^2 - 1 \right\}} \times \text{TMS} \\
 &= \frac{120}{\left\{ \left(\frac{18.344}{1.81} \right)^2 - 1 \right\}} \times 0.6 \\
 &= 0.7 \text{ s}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Kurva OCR Beban Motor *Primary Air Fan* Setelah Resetting

Hasil analisa perhitungan *setting* ulang waktu operasi rele, didapat koordinasi rele arus lebih yang tepat dimana rele yang terdekat dengan sumber gangguan bekerja terlebih dahulu kemudian diikuti oleh rele cadangan serta kurva rele 22 terlihat bekerja lebih dulu dari pada kurva rele 11.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil analisa perhitungan manual, analisa simulasi hubung singkat dan analisa koordinasi *setting* rele OCR beban motor *primary air fan* dapat diambil kesimpulan:

1. Rele arus lebih beban *motor primary air fan* dengan nilai TMS sebesar 0.7 dengan waktu operasi rele (t_{op}) sebesar 0.8s menghasilkan urutan rele yang tidak sesuai dengan urutannya. Dilakukan *resetting* rele beban motor *primary air fan* dengan

menurunkan nilai TMS menjadi 0.6 dengan waktu operasi rele menjadi 0.7s menghasilkan urutan kerja rele yang benar sesuai dengan waktu bekerjanya.

PERSANTUNAN

Penulis sangat bersyukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu semangat, saran dan doa yang diberikan dari orang-orang terdekat untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Allah SWT atas limpahan nikmat kesehatan dan karunia ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sampai selesai dan lancar.
2. Teruntuk orang tua tercinta yang tiada henti-hentinya mendoakan yang terbaik, memberikan semangat serta motivasi terbaiknya untuk masa depan saya .
3. Bapak Umar, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Pihak-pihak PT. PLN (Persero) Pembangkit Tenaga Uap Tanjung Jati B Jepara yang membantu memberikan bantuan data-data tugas akhir.
7. Teman-temanku *fii ddunya wal akhiroh* Teknik Elektro UMS angkatan 2016 serta teman-teman Fakultas Teknik yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
8. Teruntuk Denta Bennandet, S.T. telah membantu memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Manual Book Recommended Relay Setting For MV Switch Board Protection Relays

Turan Gonen. (1986). Electrical Distribution System Engineering. Mc-Graw-Hill International State of America

Amira. *Analisa Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah*, Jurnal Teknik Elektro ITP Volume 3 No. 2; Juli 2014

Mathur, akhilesh., Pan, vinay., das biswarup. 2015. Unsymmetrical short-circuit analysis for distribution system considering loads. Journal electrical power and energy systems, 70, 27-38

- Saha, s., aldeen, m., tan, C. P. 2013. Unsymmetrical fault diagnosis in transmission/distribution networks. *Journal of Electrical Power and Energy System*, 45, 252-263.
- MDF Sofa, (2017), *Studi Analisa Koordinasi Menggunakan Relay OCR (OVER CURRENT RELAY) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 2 Distribusi 20 kV GI Jajar Surakarta menggunakan ETAP 12.6*. PhD Thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nursalim, (2019), *Analisis Koordinasi dan Setting Over Current Relay (OCR) pada Pemakaian Daya Sendiri PLTU SMS Energy menggunakan Software ETAP 12.6.0*. *jurnal media elektro* (2019): 100-109.
- Fadhi, (2020), *Analisa Koordinasi Rele Arus Lebih Untuk Penambahan Motor Circulating Pump (BCP) 520 kW/3kV Untuk Kontinuitas Suplai Sirkulasi Air Pada Boiler Menggunakan ETAP 12.6.0. Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- Chunju Fan. (2015). Short-circuit current calculation method for partial coupling transmission lines under different voltage levels. *Journal Electrical Power and Energy System* 647-654
- Theraja, B.L, *Worked examples in Electrical Technology*, (New Delhi : S. Chand & Company Ltd., 1983), hlm.394.